

Quelles seront les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes et notamment sur les espèces invasives ? Comme l'impact de ces espèces est une cause importante de perte de biodiversité, la question est d'importance afin de pouvoir s'adapter à cette conséquence particulière du changement climatique. Les auteurs montrent des variations fortes des enjeux d'invasion selon les régions du globe et les groupes d'espèces.

Analyse de l'article « Will climate change promote future invasions ? »

Céline BELLARD, Wilfried THUILLIER, Boris LEROY, Piero GENOVESI, Michel BAKKENES et Franck COURCHAMP

Global Change Biology , 2013, 19 (12), 3740-3748

Lien: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320712000328>

Doi : 10.1111 :gcb.12344

Intérêt de cet article pour la Trame Verte et Bleue :

Cet article à l'échelle mondiale ne peut évidemment pas donner des éléments à l'échelle de la trame verte et bleue. Il montre, pour les 100 espèces invasives les pires au monde, que la France va plutôt être épargnée par les futures invasions au regard des changements climatiques et d'occupation du sol modélisées car une diminution du nombre d'espèces invasives est attendue.

Les auteurs mettent en avant les possibilités de restaurations d'écosystèmes dégradés par des espaces invasives et insistent sur le contrôle nécessaire des introductions par les gouvernements et la nécessité de mettre en place des détections précoces des installations d'espèces invasives. Ces deux conseils peuvent être appliqués à la mise en place de la TVB en prévoyant par exemple dans les documents d'urbanisme des recommandations de ne pas planter des espèces connues pour être invasives.

Synthèse de l'article :

Le changement climatique peut modifier les processus d'invasion depuis l'introduction initiale, l'établissement et ensuite l'expansion et avoir une influence forte sur l'environnement. De plus les activités humaines, notamment les déplacements et transports transcontinentaux, les dégradations des terres et les systèmes agricoles, tendent à disséminer de nombreuses espèces non indigènes. L'action commune du changement climatique et des usages du sol peut encore accroître le taux déjà dramatique des invasions biologiques. En Europe par exemple, le nombre d'espèces invasives a augmenté de 76% en 30 ans. Les espèces invasives ont des impacts écologiques, économiques, de santé publique dont certains ne deviennent visibles que longtemps après l'introduction. Cependant notre manque de connaissance des effets des changements du climat et des usages du sol sur les invasions biologiques limite nos capacités de mesure, prédiction et d'atténuation de leurs conséquences sur les espèces invasives.

Anticiper les futures distributions de plantes invasives est essentiel pour faciliter des actions de gestion préventive et effective notamment comme la prévention des introductions et l'éradication précoce. Des cartes de prédiction des futures zones favorables pour les invasives sont des outils utiles pour anticiper la gestion. Si certaines études analysent les enjeux pour une espèce à la fois ou ont regardé les synergies possibles entre changement climatique et des usages du sol sur la distribution des espèces, peu d'études ont analysé explicitement ces interactions.

Afin de combler cette lacune, cette analyse évalue l'effet à la fois du changement climatique et des usages du sol sur les 100 espèces invasives les pires de la planète¹, c'est-à-dire celles qui ont le plus d'impact sur la biodiversité et/ou les activités humaines et qui représentent des stratégies écologiques variées (elles appartiennent à plus de 10 groupes taxonomiques).

Cette étude utilise des projections de modèles de distribution d'espèces, des modèles climatiques et des scénarios de changement d'usage du sol pour prédire une future sensibilité pour chacune des 100 espèces

¹ Un groupe de chercheurs spécialistes des espèces invasives (ISSG) a produit au sein de l'UICN (union pour la conservation de la nature) la liste des 100 espèces invasives ayant le plus d'impact : http://www.issg.org/worst100_species.html



invasives. En utilisant ces projections, des niveaux potentiels d'invasion sont cartographiés à différents pas de temps (actuellement, 2050 et 2100). Les différents biomes sont analysés en termes de vulnérabilité future à ces espèces invasives.

Matériels et méthodes :

- Données

Les données climatiques sont issues de la base de données Worldclim (moyennée entre 1950 et 2000) pour décrire le climat actuel.

6 données climatiques connues pour influencer la répartition des espèces ont été sélectionnées : moyenne de l'amplitude diurne, température maximale du mois le plus chaud, température minimale du mois le plus froid, précipitations annuelles, précipitations du mois le plus humide, précipitations du mois le plus sec.

Les données climatiques futures sont extraites du portail de données du Modèle Global de Climat. Les simulations sont faites selon 3 modèles différents de circulation globale de l'atmosphère et des océans moyennés entre 2040 et 2069 et entre 2070 et 2099. Deux scénarios d'émission des gaz à effet de serre sont testés : le scénario A1B représente un besoin maximum en énergie et des émissions équilibrées entre sources fossiles et non fossiles et le B2A qui a un plus faible besoin en énergie et donc un scénario d'émissions plus faible que A1B.

Les données d'occupation du sol sont simulées par le modèle Globio3 et selon les scénarios A1B et B2A. Les données d'occupation du sol et les données climatiques sont utilisées pour modéliser la distribution potentielle des 100 espèces invasives. Les 30 types d'occupation du sol issus du modèle Globio3 sont re-classifiés en 12 classes agrégées d'occupation du sol. La variable occupation du sol consiste en la proportion de cellule couverte par : un couvert forestier, un couvert forestier régulièrement inondé, une mosaïque d'habitats, un couvert forestier brûlé, un couvert de broussailles, un couvert herbacé, des zones cultivées et gérées, des zones nues, des plans d'eau, de la neige et de la glace, des surfaces artificielles et leurs zones associées, des pâtures. Pour chaque pixel, la proportion de chaque classe d'occupation du sol est calculée en 1970-2000, en 2050 et en 2100.

Les données sur les biomes : 14 biomes sont extraits du modèle IMAGE 2.4 (forêt boréale, forêt fraîche de conifères, prairie et steppe, désert chaud, glace, savane, garrigue, forêt feuillue caducifoliée tempérée, forêt tempérée mixte, forêt tropicale, toundra, forêt chaude mixte, toundra boisée. Les données sur les biomes sont utilisées pour comparer le nombre potentiel d'invasives par biome.

La liste des espèces invasives exotiques est issue de la synthèse produite en 2000 par les experts de l'ISSG qui ont choisi des espèces avec un large impact sur la biodiversité et/ou sur les activités humaines et qui mettent en danger une variété de groupes taxonomiques, d'écosystèmes et à types d'impacts variés. Cette liste de 100 espèces comprend 3 micro-organismes, 5 champignons, 4 plantes aquatiques, 30 plantes terrestres, 9 invertébrés aquatiques, 17 invertébrés terrestres, 3 amphibiens, 8 poissons, 3 oiseaux, 2 reptiles et 14 mammifères. Le virus de la peste bovine a été supprimé de la liste car il est maintenant éradiqué.

Les données sur ces espèces sont issues de nombreuses bases de données en ligne, de références et de communications personnelles. En moyenne 3850 enregistrements ont été collectés par espèces (le minimum étant de 46 pour l'espèce la moins documentée). Des enregistrements ont été trouvés dans le monde entier (sauf au Sahara, en Russie du Nord Est, dans le Grand Nord Canadien et au Groenland).

- Les projections des modèles de distribution des espèces

La distribution potentielle des 99 espèces invasives est modélisée en combinant les occurrences disponibles avec un jeu des 6 variables climatiques et les 12 classes d'usage du sol que nous considérons comme importantes pour les espèces invasives. Analyser les préférences de ces espèces en termes de climat et d'usage du sol (facteurs déterminants à l'échelle globale) peut ensuite être utile pour prédire les zones où les espèces pourraient se trouver à l'échelle globale. A l'échelle locale, non considérée dans cette étude, d'autres facteurs entrent en jeu (propriétés du sol, microclimat...). 6 modèles de distribution d'espèces (SDM) sont utilisés. Ils nécessitent tous des données de présence et de pseudo-absence. 5 jeux de pseudo-absences sont créés en sélectionnant entre 1000 et 10000 points au hasard sur le globe. Une pondération égale a été donnée aux points de présence et de pseudo-absences.

La performance des modèles a été testée en répétant la méthode d'échantillonnage dans lequel les modèles ont été étalonnés sur 70 % des données et évalués sur les 30 % restants. Cette procédure a été répétée 4 fois et deux types des statistiques ont été appliquées (TSS et AUC), cette évaluation de performance a

montré que tous les modèles testés étaient performants et que les résultats obtenus étaient robustes pour toutes les espèces.

La calibration finale de chaque modèle pour générer les scénarios d'invasion utilise 100% des données disponibles.

Une approche d'ensemble a été utilisée pour tenir compte de la variabilité entre les 6 modèles de distributions d'espèces et les 3 modèles de circulation générale afin d'obtenir la tendance générale.

Le résultat de la modélisation est une carte par espèce de distribution actuelle et 3 cartes de distributions probables futures (du fait des 3 modèles de circulation globale testés) ceci est produit pour chacun des scénarios A1B et B2A. Les cartes futures exprimées au départ en probabilités sont retranscrites² en cartes binaires (favorable/non favorable).

Donc au final, l'étude produit une carte binaire de distribution actuelle et 3 cartes binaires futures par scénario d'émission de gaz à effet de serre et par espèce. Un consensus définit la présence d'une espèce si au moins 2 des 3 modèles testés la prédisent.

Résultats :

Les auteurs considèrent qu'une région est un point chaud d'invasion quand plus de 60 espèces invasives peuvent y trouver des conditions favorables.

Les points chauds d'invasion prédits se rencontrent majoritairement à l'est des USA, en Europe du nord est, au sud ouest de l'Australie et en Nouvelle Zélande.

L'Indonésie, la région des îles du Pacifique, l'Afrique centrale, le sud du Brésil pourraient être affectés à un taux moins élevé (20 à 40 espèces invasives).

Les modifications du futur nombre d'invasives montrent une variation géographique importante ce qui permet de détecter des zones moins vulnérables aux invasions et celles qui pourraient voir une diminution de leur nombre d'invasives.

Globalement les zones où une augmentation du nombre d'invasives est attendue, sont localisées dans les zones climatiques continentales et tempérées notamment de l'hémisphère nord alors que les régions tropicales aux basses latitudes verraient une diminution de leur nombre d'invasives.

Les changements climatiques et d'usage du sol pourraient créer des opportunités pour beaucoup d'espèces tempérées de s'étendre à des latitudes plus élevées.

Les biomes à conditions extrêmes (glace, désert chaud, toundra et toundra boisée) ne sont pas modélisés comme favorables pour des espèces invasives d'ici 2100. Les autres biomes tendent à avoir des conditions environnementales plus favorables pour un nombre important d'espèces invasives dans le futur : 27 espèces invasives en moyenne par pixel pour la forêt feuillue caducifoliée tempérée, 22 pour la forêt chaude mixte, 16 pour la forêt tempérée mixte et 12 pour la forêt tropicale.

Sur la totalité des 100 espèces, l'extension de leur aire est en moyenne de 2 à 6 % pour les deux scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Cependant ceci masque des variations selon les groupes taxonomiques :

- Réduction de leur aire de répartition (parfois forte) pour les amphibiens, les oiseaux et les champignons.
- Stabilité de leur aire de répartition pour les poissons, les mammifères et les reptiles.
- Expansion large de leur aire de répartition pour les invertébrés aquatiques, les plantes aquatiques, les micro-organismes, les invertébrés terrestres.

Cependant seuls les groupes taxonomiques des amphibiens et des micro-organismes présentent au sein de leur groupe la même tendance d'évolution. Pour les autres groupes taxonomiques, des patrons divergents sont obtenus selon les espèces (notamment chez les invertébrés terrestres, les plantes et les champignons).

Discussion des résultats :

En utilisant l'état de l'art des modèles de distribution d'espèces, 3 futurs points chaud d'invasion sont identifiés : l'Europe, le nord-ouest de l'Amérique du Nord, le sud de l'Australie et la Nouvelle Zélande quelque soit le scénario climatique utilisé.

Malgré les prédictions précédemment publiées, ce n'est pas une augmentation globale des invasives qui est mise en avant mais des changements projetés contrastés entre les régions du globe et les groupes taxonomiques.

² en fonction du seuil maximisant le TSS (True Skill Statistics).

Ainsi l'Amérique centrale, le nord de l'Amérique du Sud, l'Europe de l'ouest (notamment le Portugal, l'Espagne et la France), l'Afrique centrale, l'est de l'Australie et l'Indonésie montrent une diminution du nombre d'espèces invasives attendues. En ce qui concerne les groupes taxonomiques, les amphibiens et oiseaux invasifs devraient voir un rétrécissement de leur aire de distribution alors que la plupart des invertébrés, aquatiques et terrestres, auraient leur aire étendue.

Malgré le biais de l'échantillonnage qui ne prend en compte que 100 espèces, la liste comprend les espèces invasives les plus impactantes et répandues qui ont montré leur capacité à s'établir et se propager dans de nouveaux écosystèmes. Cependant sous l'effet du changement climatique et des changements d'usage du sol, de nouvelles espèces invasives pourront émerger.

Par contre, la baisse de la qualité de zones actuellement envahies en raison de modification climatique pourrait rendre les espèces invasives moins compétitrices et donc les faire régresser.

On sait que projeter des distributions par des modélisations est soumis au biais de la qualité des informations disponibles injectées dans les modèles. De plus, dans cette analyse seul le climat et l'usage du sol sont considérés comme des facteurs pouvant modifier la distribution des espèces invasives. Sont de ce fait non pris en compte, les capacités de dissémination, les interactions biotiques, les opportunités d'introduction... qui sont reconnues jouer un rôle important. En effet, la disponibilité d'un milieu favorable pour une espèce invasive ne signifie pas qu'elle va s'installer avec succès. Les modèles surestiment souvent l'extension prédite notamment en estimant, puisqu'ils ne prennent pas en compte les interactions entre espèces, que les espèces invasives sont en équilibre avec leur environnement. Ce n'est pas nécessairement le cas quand beaucoup d'espèces envahissantes ont été récemment introduites dans nouveaux écosystèmes.

Cependant, une étude attentive des incertitudes de la méthode, ne remet pas en cause les résultats obtenus de manière répétée (avec les 3 modèles de circulation et pour les 2 échéances dans le futur).

Les résultats présentés sous forme de carte prédisant les points chauds mettent en évidence les régions du globe où une vigilance sur la prévention des introductions et une surveillance précoce sont nécessaires pour préserver la biodiversité indigène de ces zones.

Dans les zones où des diminutions d'espèces invasives sont attendues en raison de conditions climatiques et d'usage du sol qui ne leur conviendront pas, des potentialités de renaturation de zones autrefois perturbées par des espèces invasives seront peut être à exploiter.

Globalement les résultats suggèrent que les communautés biologiques vont devoir faire face à d'importantes réorganisations dans le futur en raison du déplacement des zones de distribution des espèces invasives.

Avoir des réponses rapides aux introductions d'espèces invasives et contrôler leur invasion devront être un comportement clé des efforts globaux pour atténuer les effets du changement climatique. Les gouvernements devraient absolument réguler l'importation des espèces via des listes noires et mettre en place des alertes et réponses rapides en cas d'installation d'espèces. C'est le seul moyen décisif de prévenir les invasions et moins risqué écologiquement que des interventions tardives.